

【特許請求の範囲】

【請求項1】所定のパターンの溝が形成されたSi基板と別の基板とを貼り合わせることで所望のパターンの細管が形成されていることを特徴とするプレート型ヒートパイプ。

【請求項2】前記細管に熱輸送流体が封入されている請求項1に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項3】前記溝が前記Si基板の異方性エッチングによって形成されている請求項1または2に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項4】前記溝の断面がV字形状をなす請求項1、2または3に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項5】前記溝の断面が台形状をなす請求項1、2または3に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項6】前記別の基板がSi基板であり、これらSi基板同士が加熱圧着によって接合されている請求項1から5のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項7】前記別のSi基板にも前記所望のパターンの溝が形成されており、これら溝が合わされてSi基板同士が加熱圧着によって接合されている請求項6に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項8】前記別のSi基板には溝が形成されておらず、これらSi基板同士が加熱圧着によって接合されている請求項6に記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項9】前記別の基板がSiと陽極接合可能な材料から成る基板であり、前記Si基板と別の基板とが陽極接合法で接合されている請求項1から5のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項10】前記別の基板がSiと共晶合金を形成可能な材料で成る基板であるか、もしくは別の基板の表面がSiと共晶合金を形成可能な材料で覆われており、前記Si基板と別の基板とが界面で共晶合金を形成することによって接合されている請求項1から5のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項11】前記溝が形成されたSi基板および別の基板の最表面が金属であり、その金属同士が固相接合されている請求項1から5のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項12】前記溝が形成されたSi基板および別の基板とが接着剤によって接合されている請求項1から5のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項13】前記溝が形成されたSi基板を複数層積層することで2段以上の細管が形成されている請求項1から12のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項14】前記Si基板の両面に溝が形成されることで2段以上の細管が形成されている請求項1から12のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項15】前記Si基板に電子回路が集積化されている請求項1から14のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項16】前記細管が、閉じたループ型細管からなる請求項1から15のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項17】前記細管が、両端が開いた非ループ型細管からなる請求項1から15のいずれかに記載のプレート型ヒートパイプ。

【請求項18】Si基板上に所定のパターンの溝を形成する工程、前記Si基板と別の基板とを貼り合わせて所望のパターンの細管を形成する工程を有することを特徴とするプレート型ヒートパイプの作製方法。

【請求項19】更に、前記細管に熱輸送流体を封入する工程を有する請求項18に記載のプレート型ヒートパイプの作製方法。

【請求項20】前記溝が前記Si基板の異方性エッチングによって形成される請求項18または19に記載のプレート型ヒートパイプの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発熱素子からの熱を効果的に拡散させるプレート型ヒートパイプ、及びその作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ等の各種機器に搭載されている半導体素子においては、近年、プロセス技術の向上によりますます高密度回路化が進んでいる。そのため、半導体素子からの発熱もより大きくなる傾向にあり、その冷却が重要な技術課題となっている。発熱素子の冷却方法としては、例えば、放熱フィンを発熱素子に近接して配置したり、機器にファンを取り付けて空冷する方法や、ヒートパイプと呼ばれる放熱機構を設けたりする方法が知られている。

【0003】ヒートパイプは、熱輸送流体を封入した密閉されたパイプ(その断面形状は円形でもその他の形でもよい)を使って、高温部と低温部との間を熱的に(すなわち導熱可能に)接続したものである。高温部において暖められた流体は蒸発して高温部から低温部へとパイプ内を急速に移動し、低温部において、再び凝縮する。凝縮された流体は、重力や毛細管作用を用いてウイック(心材)を伝わらせることでパイプ内を高温部へと導かれる。このような蒸発・凝縮サイクルによって、効果的に高温部から低温部へ熱を移動させ放熱させるものである。この場合、ボトムヒートモード(高温部が低温部より下側にある)では、蒸発・凝縮サイクルの効力を発揮するが、トップヒートモード(高温部が低温部より上側にある)では凝縮された流体が効果的に移動できずに蒸発・凝縮サイクルを使用できず、また、水平ヒートモード(高温部と低温部が同レベルである)では性能が低下するといった問題がある。

【0004】また、ノートPCのように、放熱フィンやファンなどを取り付けるための十分な空間がない場合で

も、放熱を効果的に行なえるよう、プレート型ヒートパイプが実用化されている。

【0005】図11(a)はその一例の構造を示す断面図であり、図11(b)はその平面図である。この図において、1001は蛇行した細管ヒートパイプであって、金属平板1003、1005により充填剤1007、スペーサ1009(1-4)とともに気密に挟まれて固定されている。細管ヒートパイプ1001は、図11(b)に示すようにループを形成しており、その中に熱輸送流体が封入されている。流体は蒸発と凝縮を繰り返しながら、軸方向（パイプの伸びる方向）に振動あるいは不特定方向（同じ構造のものでも使用条件（細管ヒートパイプの姿勢、温度など）によって方向は変わらう）に循環して熱を輸送する。ここでは、細管ヒートパイプ1001の内径は、熱輸送流体の表面張力により閉塞（パイプ1001の内壁に隙間なく熱輸送流体が密着して塞いでいる状態を指す）したままループ内を移動できるよう、十分に細くなっている。熱輸送流体が上記の如く閉塞していればその流体は蒸気圧で押されて移動できるため、重力などを利用できないトップヒートモードや水平ヒートモードでも使用が可能である。さらには、ループ中に逆止弁を設けることで、熱輸送流体の循環方向を一方にして熱輸送を行なうタイプや、ヒートパイプの両端を繋げずに非ループ構造として、流体のヒートパイプ軸方向の振動によって熱輸送を行なうタイプも提案されている。

【0006】また、特開平7-63487号公報のように、細溝を形成した金属板を積層することでヒートパイプを構成するタイプも提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、従来のプレート型ヒートパイプでは次のような問題点がある。

【0008】ヒートパイプの性能を上げるためには、パイプの密度、すなわちターン数を上げる必要がある。しかし、従来は、外径数mmの金属で細管が構成されているのが一般的であり、その曲率半径の限界からターン数の上限が決められてしまう。さらにターン数を増やすためには、パイプの壁を多層構造にする必要があるが、この場合、ヒートパイプの壁の厚さが増加してしまい、小型化には不適である。また、細管の径でヒートパイプの壁の厚さが制限されるため、さらなる薄膜化には限界がある。また、蛇行させた細管を平板内の所定位置に配置し、固定する作業は容易ではなく、生産性が悪いという問題点もあった。

【0009】また、特開平7-63487号公報の構成では、金属板と限定しており、ここには電子回路を作り付けられないので電子回路の集積化には不向きである。

【0010】このような課題に鑑み、本発明の目的は、放熱性に優れ、薄膜化が容易で、電子回路の集積化も可能で、作製の簡単なプレート型ヒートパイプ、及びその

様なプレート型ヒートパイプを容易に作製できるプレート型ヒートパイプの作製方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決する手段および作用】上記目的を達成するための本発明のプレート型ヒートパイプは、所望のパターンの溝が形成されたSi基板と別の基板とを貼り合わせることで該所望のパターンの細管が形成されていることを特徴とする。前記細管には熱輸送流体が封入されてもよい。特に熱輸送流体を封入しないで、細管内を空気を通るような設計などを施すのみでもよい。溝は異方性エッチングなどにより形成され得て、さらにはその断面形状はV字状などである。金属などでパイプを作ってそれを曲げるようなプロセスが必要なく、Si基板にホトリソプロセスなどを用いることで、容易に所望のパターンの高密度の細管を形成することができ、さらには、例えば、毛細管作用で溝の部分を伝わらせて熱輸送流体を細管に沿って移動させることができる。

【0012】具体例で説明すると、以下ようになる。図1、2を用いて説明する。図1は本発明によるプレート型ヒートパイプの断面図であり、図2(a)はSi基板の斜視図、図2(b)はプレート型ヒートパイプの上面図である。相対する位置にV字状の溝13-1、13-2が形成された表面を有する2枚のSi基板11-1、11-2を積層することにより細管15が形成されている。熱輸送流体21は、挿入口17、19より所定量が細管15内に導入されており、挿入口は樹脂で封止されている。

【0013】電子回路等の発熱体(不図示)が設けられる高温部25および放熱板(不図示)が設けられる低温部27と交互に交差するように細管15が設けられており、細管15内は、熱輸送流体21およびそれが気化した蒸気泡23で密閉されている。流体21は蒸発と凝縮を繰り返しながら、細管15の軸方向に振動あるいは不特定方向に循環して熱を輸送することができるので、効率良く発熱体からの熱を発散させられる。また、細管15の内径は、熱輸送流体21がその表面張力により閉塞したまま細管15内を移動できるよう、十分に細くなっており、また、毛細管作用によってV溝の鋭角部分を伝わらせて流体を移動させることができる。そのため、トップヒートモードや水平ヒートモードでも使用が可能である。

【0014】Si基板の加工は、一般的なホトリソや、ウェットエッチングプロセスで行なうことができるので、生産性が高く、細管の大きさもパターンも自由に制御できる。また、Si基板は100 μ mから数100 μ m程度の厚さに加工できるので、積層しても1mm以下のプレート型ヒートパイプを構成できる。

【0015】上記の基本構成に基づいて、より具体的には以下のような形態を採らう。前記別の基板もSi基板であり、これらSi基板同士が加熱圧着によって接合される。こうして、簡単なプロセスで細管が形成できる。この場合、前記別のSi基板にも前記所望のパターンの溝

が形成されており、これら溝が合わされてSi基板同士が加熱圧着によって接合されたり（図1の例がそれである）、前記別のSi基板には溝が形成されておらず、これらSi基板同士が加熱圧着によって接合されたりする。前記別のSi基板にも別の所定のパターンの溝が形成されて、これら溝がずらされてSi基板同士が加熱圧着などによって接合されてもよい。

【0016】前記別の基板がSiと陽極接合可能な材料で出来た基板であり、前記溝が形成されたSi基板と別の基板とが陽極接合法で接合されうる。これによっても、簡単なプロセスで細管が形成できる。

【0017】前記別の基板がSiと共晶合金を形成可能な材料で出来た基板であるか、もしくは別の基板の表面がSiと共晶合金を形成可能な材料で覆われており、前記溝が形成されたSi基板と別の基板とが界面で共晶合金を形成することによって接合されうる。これでも、簡単なプロセスで細管が形成できる。

【0018】前記溝が形成されたSi基板および別の基板の最表面が金属であり、その金属同士が固相接合されうる。これでも、簡単なプロセスで細管が形成できる。

【0019】前記溝が形成されたSi基板および別の基板とが接着剤によって接合されてもよい。これでも、簡単なプロセスで細管が形成できる。

【0020】前記溝が形成されたSi基板を複数層積層することで2段以上の細管が形成されうる（図8、9の例を参照）。これにより、より放熱性を向上させたプレート型ヒートパイプを実現できる。また、簡単なプロセスで多層構造の細管が形成できる。

【0021】前記Si基板の両面に溝が形成されることで2段以上の細管が形成されてもよい（図7の例を参照）。これでも、より放熱性を向上させたプレート型ヒートパイプを実現できる。また、簡単なプロセスで多層構造の細管が形成できる。

【0022】前記Si基板に電子回路が集積化されてもよい。これにより、電子回路を備えたプレート型ヒートパイプを実現できる。また、電子回路の放熱性向上が可能になる。

【0023】前記細管は、閉じたループ型細管あるいは両端が開いた非ループ型細管からなりうる。こうして、効果的に熱輸送流体を動かすことができる。

【0024】更に、上記目的を達成するための本発明のプレート型ヒートパイプの作製方法は、Si基板上に所定のパターンの溝を異方性エッチングなどで形成する工程、前記Si基板と別の基板とを貼り合わせて所望のパターンの細管を形成する工程を有することを特徴とする。更に、前記細管に熱輸送流体を封入する工程を有してもよい。

【0025】これにより、上記のようなプレート型ヒートパイプを容易に作製できる作製方法を提供できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に示された実施例を用いて説明する。

【0027】（第1の実施例）図1、2を用いて本発明による第1の実施例を説明する。図1は第1の実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図であり、図2(a)はSi基板11の斜視図、図2(b)は本実施例のプレート型ヒートパイプの一部破断した平面図である。

【0028】本実施例の製造法を説明する。Si基板11上にエッチングマスク（不図示）を形成し、異方性エッチングにより所定のパターン形状を有するV溝13を図2(a)に示す如く形成する。この時、例えば(100)面を表面とするSi基板11を用い、エッチングマスクを<011>方向および<0-11>方向に平行な方向にパターンニングしておく。そして、エッチング液として水酸化カリウム水溶液を用いることにより、V溝13の斜面を(111)面とすることができる。この場合、V溝13の底部の角度は70.5°となる。

【0029】このようにV溝13-1、13-2を形成した2枚のSi基板11-1、11-2を貼り合わせる。貼り合わせ方法は、2枚のSi基板11-1、11-2に圧力を加えた状態で1200℃程度まで加熱することで行なった。

【0030】その後、挿入口17、19の一方より、V溝13-1、13-2で形成された細管15の内部を減圧して、他方より熱輸送流体21を導入する。そして、挿入口17、19を樹脂で封止して、プレート型ヒートパイプを形成する。

【0031】熱輸送流体21としては、電子回路等の発熱素子に保持させたい温度付近、もしくはそれより低い温度に沸点を持つ液体が望ましい。例えば、代替フロン(HCFC123)、アセトン、メタノール、水等を用いることができる。

【0032】Si基板11の厚さ、V溝13の幅や深さは、その用途に応じて適当に設定すればよい。例えば、厚さ200μmのSi基板11を用い、幅100μm、深さ70μmのV溝13を、200μmピッチで形成すれば、1mm当り5本の細管15を備えた厚さ400μmのプレート型ヒートパイプが作製できる。この様に、プレート型ヒートパイプの薄膜化が容易にできる。

【0033】動作について説明する。図2(a)に示す如く、電子回路等の発熱体（不図示）が設けられる高温部25および放熱板（不図示）が設けられる低温部27と交互に交差するように細管15が設けられており、細管15内は、熱輸送流体21およびそれが気化した蒸気泡23で密閉されている。流体21は蒸発と凝縮を繰り返しながら、細管15の軸方向に振動あるいは不特定方向に循環して熱を輸送することができるので、効率良く発熱体からの熱を発散させることが可能となった。細管15の径は、熱輸送流体21の表面張力により熱輸送流体21が閉塞したままループ内を移動できるよう、十分に細くなっている。また、毛細管作用によってV溝13の鋭角部分（底部）を伝わらせて流体21を移動させることもできる。何れにせよ、どのようなヒートモードでも、熱輸送流体21が効果的に蒸発・

凝縮サイクルを繰り返すことができる様になっている。そのため、トップヒートモードや水平ヒートモードでも使用が可能である。

【0034】本実施例では、ループ型の細管構造を設けた例を示したが、これに限ったものではなく、図3(a)、(b)で示すように、細管15の挿入口17、19付近の両端が繋がって閉ループ状になっていない非ループ型の細管構造であってもよい。この場合、熱輸送流体21は細管15の軸方向に振動することになる。

【0035】また、Si基板の別の接着方法として、どちらか一方のSi基板11に予め熱酸化によってSiO₂膜を形成しておき、このSiO₂膜とSi基板11とを加熱圧着によって貼り付ける方法でもよい。この場合、加熱温度は800℃程度でよい。さらに別の接着方法として、接着剤を用いて接着してもよい。この場合、高温にする必要がないので、プロセスがより容易になる。

【0036】また、本実施例では、貼り付けるSi基板11の両方にV溝13を形成したが、V溝の形成は、どちらか一方の基板のみであってもよい。また、両方の基板それぞれに溝を設け、これらの基板を、当該溝の少なくとも一部が重ならないように貼り合わせてもよい。

【0037】(第2の実施例)図4を用いて本発明による第2の実施例を説明する。図4は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図である。

【0038】本実施例は、第1の実施例と異なり、Si基板の異方性エッチングを途中で停止することによって、Si基板111-1、111-2上に断面が台形状の溝113-1、113-2を形成して、細管115を作製している。作製方法や動作は、第1の実施例と同様である。

【0039】本実施例においては、台形状とすることで、第1の実施例に比べ、Si基板111をさらに薄膜化することが可能になるとともに、この構造に加えられる力が分散して(溝部に集中しない)同じ厚さでも強くなり構造的に壊れにくいものになるという利点がある。

【0040】(第3の実施例)図5を用いて本発明による第3の実施例を説明する。図5は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図(貼り付け前)である。

【0041】Si基板11へのV溝13の加工については第1の実施例と同様であり、説明は省略する。他方、Si基板11を貼り付ける別の基板201上に、Siと共晶合金を形成可能な金属膜203を蒸着により形成する。金属膜203はAu、Al等である。その後、Si基板11と別の基板201を加熱圧着することで、両者を貼り付け、細管215を形成する。例えば、金属膜203としてAuを用いた場合には、加熱温度は400℃程度でよい。

【0042】別の基板201は、特に限定はされないが、熱伝導性が良い材料である方が望ましい。例えば、Si、AlN、サファイア基板などが適当である。

【0043】本実施例では、加熱温度が第1の実施例に比べて低温ですむので、プロセスが容易になる。また、

別の接着方法としては、Si基板11側にも金属膜を形成しておき、その金属膜同士を加圧することで貼り付ける方法でもよい。例えば、両方の金属膜ともAuで構成しておけば、Au同士の固相接合を用いて接着が可能である。より強固なものにするには、その両方の金属膜に凹凸を形成しておき、その凹凸が歯車のように噛み合うように貼り合わせればよい。

【0044】(第4の実施例)図6を用いて本発明による第4の実施例を説明する。図6は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図である。

【0045】本実施例でも、Si基板11へのV溝13の加工については第1の実施例と同様であり、説明は省略する。Si基板11を貼り付ける別の基板301としては、Siと陽極接合が可能なガラス材料を用いている。例えば、コーニング7059等のパイレックス(登録商標)ガラスを用いればよい。

【0046】接着方法としては、Si基板11側を陽極、別の基板301側を陰極に接続して、両基板11、301を保持し、300℃程度に加熱すると共に300V程度の電圧を印加して陽極接合を行なう。その結果、V溝13で細管315が形成できる。本実施例においては、第1の実施例に比べ、低温で処理すればよいので、プロセスが容易になるとともに、さらなる薄膜化も可能となる。

【0047】(第5の実施例)図7を用いて本発明による第5の実施例を説明する。図7は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図である。

【0048】Si基板411の両面にV溝413、417が形成されている。加工方法は第1の実施例と同様である。さらに、Siに対して陽極接合可能な別の基板421、423をSi基板411に陽極接合することで、細管415、419を形成する。接合手段は、第4の実施例に記載の通りであり、Si基板411側を陽極、別の基板421、423側を陰極に接続すればよい。

【0049】本実施例では、第1の実施例に比べ、細管415、419の密度が向上しているため、放熱効率を向上させることが可能となる。また、別の基板を貼り付ける方法としては、第1から3の実施例に記載したような方法を用いても勿論よい。

【0050】(第6の実施例)図8を用いて本発明による第6の実施例を説明する。図8は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図である。

【0051】Si基板511および521にV溝513および523が、それぞれ、形成されている。加工方法は第1の実施例と同様である。さらに、Siに対して陽極接合可能な別の基板531とSi基板511および521とを順次陽極接合することで、細管515、525を形成する。接合手段は、第4の実施例に記載の通りであり、接合する界面において、Si基板511、521側が陽極、別の基板531側が陰極になるように電極を接続すればよい。

【0052】本実施例では、別の基板531の所定箇所に

は開口部533が設けてあり、上段の細管525と下段の細管515とが繋がった構造となっている。そのため、例えば、上段を放熱板に接続(低温部)し、下段側を電子回路等の発熱体と接続(高温部)するといった熱輸送形態を実現できるので汎用性が広がる。もちろん、多層構造にすることで、第1の実施例に比べ、細管の密度が向上しているため、放熱効率を向上させることが可能となる。

【0053】(第7の実施例)図9を用いて本発明による第7の実施例を説明する。図9は本実施例によるプレート型ヒートパイプの断面図である。

【0054】Si基板611-1にV溝613-1が形成されている。加工方法は第1の実施例と同様である。さらに、Siに対して陽極接合可能な別の基板601-1とSi基板611-1とを陽極接合することで、細管615-1を形成する。さらに、別の基板601-2、V溝613-2を形成したSi基板611-2、別の基板601-3、V溝613-3を形成したSi基板611-3を順次陽極接合して、3層構成のプレート型ヒートパイプを形成する。接合手段は、第4の実施例に記載の通りであり、接合する界面において、Si基板611側が陽極、別の基板601側が陰極になるように電極を接続すればよい。本実施例では、多層構造にすることで、第1の実施例に比べ、細管の密度が向上しているため、放熱効率を向上させることが可能となる。

【0055】(第8の実施例)図10を用いて本発明による第8の実施例を説明する。図10は本実施例によるプレート型ヒートパイプの斜視断面図である。

【0056】V溝が形成されたSi基板711が別の基板713と貼り付けられて細管715が形成されている。加工方法は第1から第4の実施例と同様である。さらに、Si基板711の表面には、電子回路717が集積化されている。電子回路717の作製は、一般的なプロセスであり、特殊なものではない。

【0057】Si基板711へのV溝の形成、および電子回路の作製の順番については、一方のプロセスが他方に影響を与えないのであればどちらが先でもよい。

【0058】本実施例によれば、電子回路717からの熱を、細管715を介して、効果的に発散させることができる。これは、ヒートパイプの上に電子回路チップを何らかの手段で熱的に結合した場合(たとえば導熱性接着剤(例えば、接着剤にアルミナなどの粉末を混ぜたもの)で熱的に結合する)より、放熱特性に優れることは言う

までもない。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、放熱性に優れ、薄膜化が容易で、作製の簡単なプレート型ヒートパイプを実現でき、またこの様なプレート型ヒートパイプを容易に作製できる作製方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプレート型ヒートパイプの第1の実施例を示す断面図である。

【図2】第1の実施例の構造と動作を説明する図である。

【図3】第1の実施例の変形例の構造を説明する図である。

【図4】本発明によるプレート型ヒートパイプの第2の実施例を示す断面図である。

【図5】本発明によるプレート型ヒートパイプの第3の実施例(貼り合わせ前)を示す断面図である。

【図6】本発明によるプレート型ヒートパイプの第4の実施例を示す断面図である。

【図7】本発明によるプレート型ヒートパイプの第5の実施例を示す断面図である。

【図8】本発明によるプレート型ヒートパイプの第6の実施例を示す断面図である。

【図9】本発明によるプレート型ヒートパイプの第7の実施例を示す断面図である。

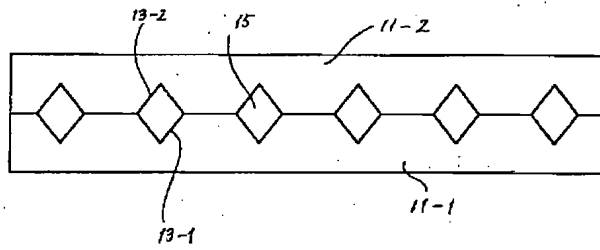
【図10】本発明によるプレート型ヒートパイプの第8の実施例を示す断面図である。

【図11】従来例の断面と上面を示す図である。

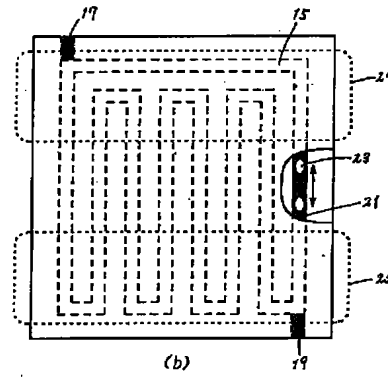
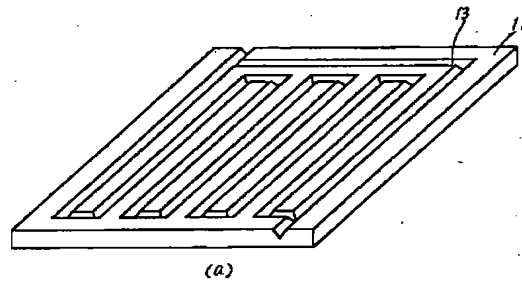
【符号の説明】

11, 111, 411, 511, 521, 611, 711	Si基板
13, 113, 413, 417, 513, 523, 613	溝
15, 115, 215, 315, 415, 419, 515, 525, 615, 715	細管
17, 19	挿入口
21	熱輸送流体
23	蒸気泡
25	高温部
27	低温部
201, 301, 421, 423, 531, 601, 713	別の基板
533	開口部
203	金属膜
717	電子回路

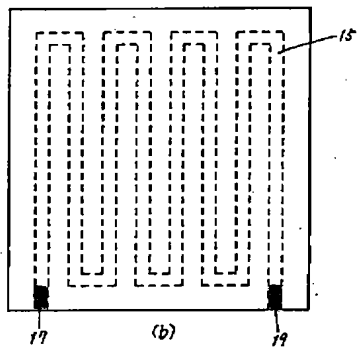
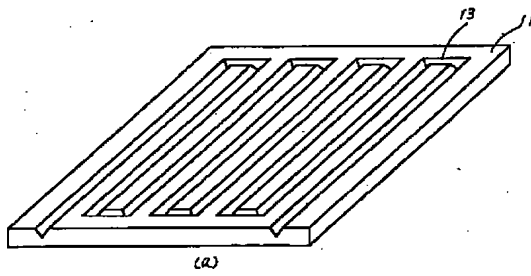
【図1】



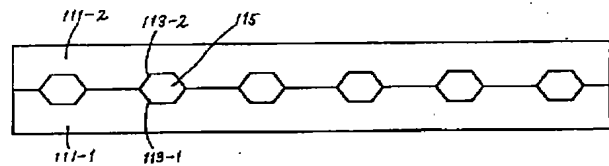
【図2】



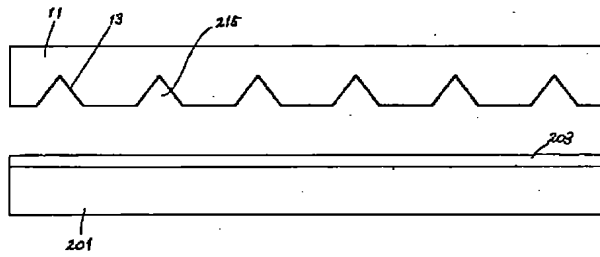
【図3】



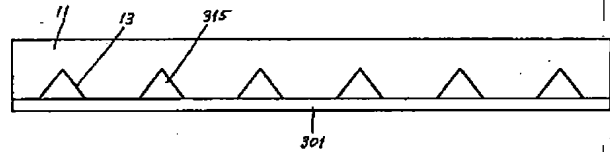
【図4】



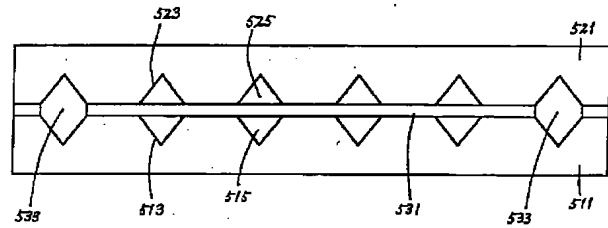
【図5】



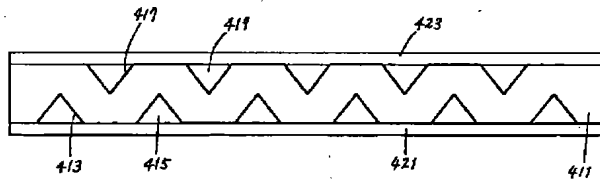
【図6】



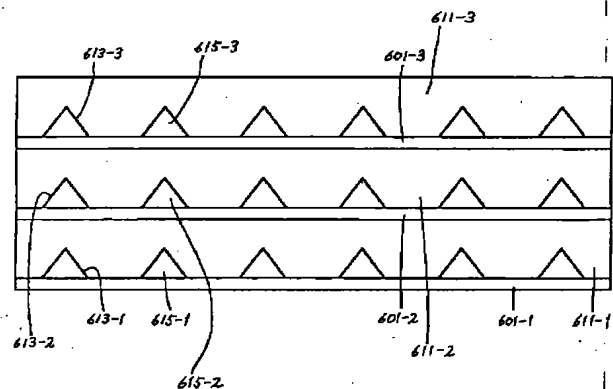
【図8】



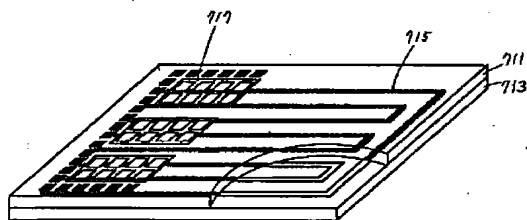
【図7】



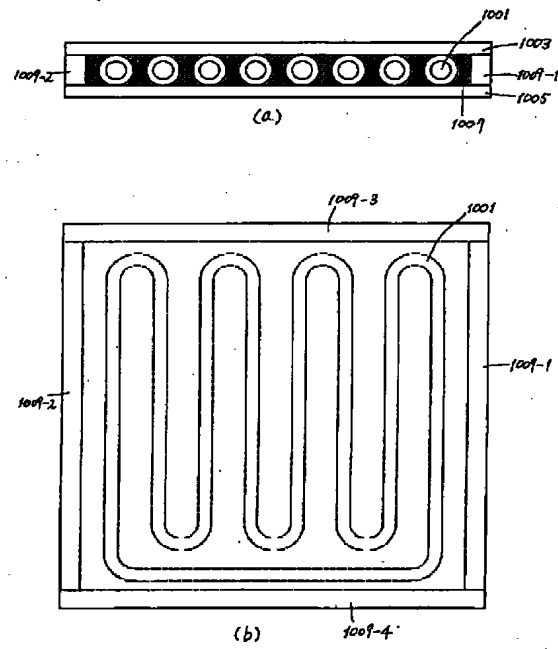
【図9】



【図10】



【図11】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-081874

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl. F28D 15/02
H01L 23/427

(21)Application number : 2000-274260 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 11.09.2000 (72)Inventor : FURUKAWA YUKIO

(54) PLATE TYPE HEAT PIPE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easy-to-manufacture plate type heat pipe exhibiting excellent heat dissipation performance which can be formed easily as a thin film and on which an electronic circuit can be integrated.

SOLUTION: A thin tube 15 is formed in a desired pattern by sticking an Si substrate 11 having a groove 13 of desired pattern formed by anisotropic etching and another substrate and heat transporting fluid 21 is encapsulated in the thin tube 15.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A plate type heat pipe wherein a small tube of a desired pattern is formed by pasting together a Si substrate in which a slot of a predetermined pattern was formed and another substrate.

[Claim 2] The plate type heat pipe according to claim 1 in which a heat transport fluid is enclosed with said small tube.

[Claim 3] The plate type heat pipe according to claim 1 or 2 in which said slot is formed of anisotropic etching of said Si substrate.

[Claim 4] The plate type heat pipe according to claim 1 or 2 in which a section of said slot makes the shape of V type.

[Claim 5] The plate type heat pipe according to claim 1 or 2 in which a section of said slot makes trapezoidal shape.

[Claim 6] The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 5 to which said another substrate is a Si substrate and these Si substrates are joined by heat

crimping.

[Claim 7]The plate type heat pipe according to claim 6 to which a slot of a pattern of said request is formed also in said another Si substratethese slots are put togetherand Si substrates are joined by heat crimping.

[Claim 8]The plate type heat pipe according to claim 6 to which a slot is not formed in said another Si substratebut these Si substrates are joined by heat crimping.

[Claim 9]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 5 to which said another substrate is a substrate which comprises material in which Si and anode joining are possibleand said Si substrate and another substrate are joined by an anode joining method.

[Claim 10]Said another substrate with material which can form Si and an eutectic alloy. [whether it is a ***** board and] Or the plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 5 joined when the surface of another substrate is covered with material which can form Si and an eutectic alloy and said Si substrate and another substrate form an eutectic alloy by an interface.

[Claim 11]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 5 in which the outermost surface of a Si substrate and another substrate in which said slot was formed is metaland solid state welding of the metal is carried out.

[Claim 12]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 5 to which a Si substrate and another substrate with which said slot was formed are joined by adhesives.

[Claim 13]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 12 in which two or more steps of small tubes are formed in laminating a two or more layers Si substrate in which said slot was formed.

[Claim 14]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 12 in which two or more steps of small tubes are formed by a slot being formed in both sides of said Si substrate.

[Claim 15]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 14 in which an electronic circuit is integrated by said Si substrate.

[Claim 16]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 15 in which said small tube consists of a closed loop type small tube.

[Claim 17]The plate type heat pipe according to any one of claims 1 to 15 in which said small tube consists of a non-looping small tube which both ends opened.

[Claim 18]A manufacturing method of a plate type heat pipe having a process of forming a slot of a predetermined pattern on a Si substrateand the process of pasting said Si substrate and another substrate together and forming a small tube of a desired pattern.

[Claim 19]A manufacturing method of the plate type heat pipe according to claim 18 which has the process of enclosing a heat transport fluid with said small tube.

[Claim 20]A manufacturing method of the plate type heat pipe according to claim 18

or 19 in which said slot is formed of anisotropic etching of said Si substrate.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a plate type heat pipe which diffuses the heat from a heater element effectively and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the semiconductor device carried in various equipments such as a computer, high-density circuit-ization is progressing increasingly by improvement in process technology in recent years. Therefore, the tendency which becomes larger also has generation of heat from a semiconductor device and it has been a technical problem with the important cooling. As a cooling method of a heater element, the method of approaching a heater element and arranging a radiation fin or attaching and carrying out air cooling of the fan to apparatus and the method which has established the radiation mechanism called a heat pipe enough and carries out it are known, for example.

[0003] A heat pipe connects between a hot section and low temperature parts thermally using the sealed pipe (the sectional shape may be circular or other forms may be sufficient as it) which enclosed the heat transport fluid (to namely, conductive-heat ****). The fluid warmed in the hot section evaporates from a hot section, moves the inside of a pipe to a low temperature part quickly and condenses it again in a low temperature part. The inside of a pipe is led to the condensed fluid by making a wick (heartwood) transmitted using gravity or capillarity to a hot section. Heat is moved to a low temperature part and heat is made to radiate from a hot section effectively by such an evaporation / condensation cycle. In this case, although the effect of evaporation / condensation cycle is demonstrated in bottom heat mode (a hot section is below a low temperature part) at a top heat mode (a hot section is above a low temperature part), evaporation / condensation cycle cannot be used without the ability of the condensed fluid to move effectively and there is a problem that performance falls by a level heat mode (a hot section and a low temperature part are the levels).

[0004] Even when there is no sufficient room for attaching a radiation fin or fan etc. like a notebook PC, the plate type heat pipe is put in practical use so that heat can be radiated effectively.

[0005] Drawing 11 (a) is a sectional view showing the structure of the example and drawing 11 (b) is the top view. In this figure, 1001 is the winding small tube heat pipe, is airtightly inserted with the bulking agent 1007 and the spacer 1009 (1-4) by the flat metal plates 1003 and 1005 and is being fixed. The small tube heat pipe 1001 forms the loop as shown in drawing 11 (b).

The heat transport fluid is enclosed in it.

Repeating evaporation and condensation it circulates through a fluid in vibration or the unspecified direction (a direction may also change the thing of the same structure according to service conditions (the posture of a small tube heat pipe temperature etc.)) and it conveys heat to shaft orientations (direction in which a pipe is extended). Here the inside diameter of the small tube heat pipe 1001 is thin enough so that it can move in the inside of a loop blocked with the surface tension of a heat transport fluid (the state where the heat transport fluid stuck that there is no crevice in the wall of the pipe 1001 and it has closed is pointed out). If the heat transport fluid blockades like the above since the fluid is pushed with steam pressure and is movable it can also use the top heat mode and level heat mode which cannot use gravity etc. The type which makes the circulating direction of a heat transport fluid one way and performs heat transport by providing a check valve into a loop and the type which performs heat transport by vibration of the heat pipe shaft orientations of a fluid as non-loop structure without connecting the both ends of a heat pipe are also proposed.

[0006] The type which constitutes a heat pipe from laminating the metal plate in which the striation was formed like JP7-63487A is also proposed.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However there are the following problems in the conventional plate type heat pipe.

[0008] In order to improve the performance of a heat pipe it is necessary to raise the density of a pipe, i.e. a turn number. However conventionally it is common that the small tube comprises metal with an outer diameter of several millimeters and the maximum of a turn number will be decided from the limit of the curvature radius. In order to increase a turn number furthermore it is necessary to make the wall of a pipe into multilayer structure but the thickness of the wall of a heat pipe increases in this case and it is unsuitable to a miniaturization. Since the thickness of the wall of a heat pipe is restricted with the path of a small tube there is a limit in further thin film-ization. Having arranged the small tube made to move in a zigzag direction to the prescribed position in monotone the work to fix also had the problem that it was not easy and productivity was bad.

[0009] Since it limits with the metal plate and an electronic circuit is not fixed here in the composition of JP7-63487A it is unsuitable for integration of an electronic circuit.

[0010] In view of such a technical problem the purpose of this invention is excellent in heat dissipation nature and providing the manufacturing method of the plate type heat pipe which it is easy is possible also for integration of an electronic circuit and can produce easily the easy plate type heat pipe of production and such a plate type heat pipe has thin film-ization.

[0011]

[The means and operation which solve a technical problem] The small tube of the

pattern of this request is formed because the plate type heat pipe of this invention for attaining the above-mentioned purpose pastes together the Si substrate in which the slot of the desired pattern was formed and another substrate. A heat transport fluid may be enclosed with said small tube. It is good to even perform the design that air passes along the inside of a small tube etc. without enclosing especially a heat transport fluid. A slot may be formed of anisotropic etching etc. and the sectional shape is a V character-like further. A process which makes a pipe from metal etc. and bends it by it being unnecessary and using a photolitho process etc. for a Si substrate. The high-density small tube of a desired pattern can be formed easily the portion of a slot can be made transmitted in capillarity and a heat transport fluid can be moved along with a small tube further for example.

[0012] It is as follows when an example explains. It explains using drawing 1 and 2. Drawing 1 is a sectional view of the plate type heat pipe by this invention drawing 2 (a) is a perspective view of a Si substrate and drawing 2 (b) is a plan of a plate type heat pipe. The small tube 15 is formed by laminating Si substrate 11-1 of two sheets which has the V character-like slot 13-1 and the surface where 13-2 was formed in the position which faces and 11-2. As for the heat transport fluid 21 the specified quantity is introduced in the small tube 15 from the loading slots 17 and 19. The loading slot is closed by resin.

[0013] The small tube 15 is formed so that it may cross [the low temperature part 27 and by turns] in which the hot section 25 in which heating elements (un-illustrating) such as an electronic circuit are provided and a heat sink (un-illustrating) are provided and inside of the small tube 15 is sealed with the steamy bubble 23 which the heat transport fluid 21 and it evaporated. Since it circulates through the fluid 21 in vibration or the unspecified direction and it can convey heat to shaft orientations of the small tube 15 repeating evaporation and condensation it is made to emit heat from a heating element efficiently. An inside diameter of the small tube 15 is thin enough so that it can move in inside of the small tube 15 while the heat transport fluid 21 had blockaded with the surface tension.

By capillarity an acute-angle portion of a V groove can be made transmitted and a fluid can be moved.

Therefore a top heat mode and a level heat mode can also be used.

[0014] Since processing of a Si substrate can be performed by general photolitho and a wet etching process its productivity is high and a size of a small tube and a pattern can control it freely. Since the Si substrate can process a thickness of 100 to about several 100 micrometer even if it laminates it can constitute a plate type heat pipe of 1 mm or less.

[0015] Based on the above-mentioned basic constitution the following gestalten can more specifically be taken. It is a Si substrate and it is joined by heat crimping and these Si substrates deal also in said another substrate. In this way a small tube can be

formed in an easy process. In this case a slot of a pattern of said request is formed also in said another Si substrate. These slots are put together. Si substrates are joined by heat crimping. A slot is not formed in (an example of drawing 1 is it) and said another Si substrate but these Si substrates are joined by heat crimping. A slot of another predetermined pattern may be formed also in said another Si substrate. These slots may be shifted and Si substrates may be joined by heat crimping etc.

[0016] Said another substrate is a substrate made with material in which Si and anode joining are possible and a Si substrate in which said slot was formed and another substrate are joined by an anode joining method and it gets. Also by this a small tube can be formed in an easy process.

[0017] Said another substrate is a substrate made with material which can form Si and an eutectic alloy or the surface of another substrate is covered with material which can form Si and an eutectic alloy when a Si substrate in which said slot was formed and another substrate form an eutectic alloy by an interface it is joined and it gets. This can also form a small tube in an easy process.

[0018] The outermost surface of a Si substrate and another substrate in which said slot was formed is metal. Solid state welding of the metal is carried out and they get. This can also form a small tube in an easy process.

[0019] A Si substrate and another substrate with which said slot was formed may be joined by adhesives. This can also form a small tube in an easy process.

[0020] Two or more steps of small tubes are formed and a Si substrate in which said slot was formed is sold at laminating two or more layers (see drawing 8 and the example of 9). Thereby a plate type heat pipe which raised heat dissipation nature more is realizable. A small tube of multilayer structure can be formed in an easy process.

[0021] Two or more steps of small tubes may be formed by a slot being formed in both sides of said Si substrate (see the example of drawing 7). This can also realize a plate type heat pipe which raised heat dissipation nature more. A small tube of multilayer structure can be formed in an easy process.

[0022] An electronic circuit may be integrated by said Si substrate. Thereby a plate type heat pipe provided with an electronic circuit is realizable. A heat dissipation disposition top of an electronic circuit becomes possible.

[0023] Said small tube can consist of a non-looping small tube which a closed loop type small tube or both ends opened. In this way a heat transport fluid can be moved effectively.

[0024] A manufacturing method of a plate type heat pipe of this invention for attaining the above-mentioned purpose has a process of forming a slot of a predetermined pattern by anisotropic etching etc. on a Si substrate and the process of pasting said Si substrate and another substrate together and forming a small tube of a desired pattern. It may have the process of enclosing a heat transport fluid with said small tube.

[0025]A manufacturing method which can produce the above plate type heat pipes easily by this can be provided.

[0026]

[Embodiment of the Invention]Hereafteran embodiment of the invention is described using the example shown in the drawing.

[0027](The 1st example) The 1st example by this invention is described using drawing 1 and 2. Drawing 1 is a sectional view of the plate type heat pipe by the 1st exampleand it is the top view in which the perspective view of Si substrate 11 carried out drawing 2 (a)and the plate type heat pipe of this example carried out the partial fracture of drawing 2 (b).

[0028]The manufacturing method of this example is explained. An etching mask (un-illustrating) is formed on Si substrate 11and as V groove 13 which has predetermined pattern shape by anisotropic etching is shown in drawing 2 (a)it forms. At this timethe etching mask is patterned in the <011> directions and the direction parallel to the <0-11> direction using Si substrate 11 which uses a field as the surfacefor example (100). And the slant face of V groove 13 can be made into a field (111) by using a potassium hydroxide solution as an etching reagent. In this casethe angle of the pars basilaris ossis occipitalis of V groove 13 will be 70.5 degrees.

[0029]ThusV groove 13-1Si substrate 11-1 of two sheets in which 13-2 was formedand 11-2 are pasted together. The lamination method was performed by heating to about 1200 **where a pressure is applied to 11-2Si substrate 11-1 of two sheetsand.

[0030]Thenthe inside of V groove 13-1 and the small tube 15 formed by 13-2 is decompressed from one side of the loading slots 17 and 19and the heat transport fluid 21 is introduced from another side. And the loading slots 17 and 19 are closed by resinand a plate type heat pipe is formed.

[0031]As the heat transport fluid 21near temperature to make it holding to heater elementssuch as an electronic circuitor the fluid which has the boiling point in a temperature lower than it is desirable. For examplea chlorofluorocarbon alternative (HCFC123)acetone, methanol, water, etc. can be used.

[0032]What is necessary is just to set up suitably the thickness of Si substrate 11and the width and the depth of V groove 13 according to the use. For exampleif V groove 13 100 micrometers in width and 70 micrometers in depth is formed in a 200-micrometer pitch using 200-micrometer-thick Si substrate 11a plate type heat pipe with a provided with the five small tubes 15 per mm thickness of 400 micrometers is producible. Thus thin film-ization of a plate type heat pipe can be performed easily.

[0033]Operation is explained. As shown in drawing 2 (a)the small tube 15 is formed so that it may cross [the low temperature part 27 and by turns] in which the hot section 25 in which heating elements (un-illustrating)such as an electronic circuitare providedand a heat sink (un-illustrating) are providedand the inside of the small tube 15 is sealed with the steamy bubble 23 which the heat transport fluid 21 and it

evaporated. Since it circulated in vibration or the unspecified direction and heat was conveyed to the shaft orientations of the small tube 15 while the fluid 21 repeated evaporation and condensation it became possible to make the heat from a heating element emit efficiently. The path of the small tube 15 is thin enough so that it can move in the inside of a loop while the heat transport fluid 21 had blockaded with the surface tension of the heat transport fluid 21. By capillarity the acute-angle portion (pars basilaris ossis occipitalis) of V groove 13 can be made transmitted and the fluid 21 can also be moved. Anyway the heat transport fluid 21 can repeat evaporation / condensation cycle now effectively any heat modes. Therefore a top heat mode and a level heat mode can also be used.

[0034] Although this example showed the example which established a looping small tube structure it may not be what was restricted to this but may be the small tube structure of non-looping which the loading slot 17 of the small tube 15 and the both ends of the 19 neighborhoods are connected and has not become closed loop-like by drawing 3 (a) and (b) so that it may be shown. In this case the heat transport fluid 21 will vibrate to the shaft orientations of the small tube 15.

[0035] As another adhesion method of a Si substrate the SiO_2 film may be beforehand formed in one of Si substrates 11 by thermal oxidation and the method of sticking this SiO_2 film and Si substrate 11 by heat crimping may be used. In this case about 800 °C of cooking temperature may be sufficient. It may paste up using adhesives as another adhesion method. In this case since it is not necessary to make it an elevated temperature a process becomes easier.

[0036] Although V groove 13 was formed in both Si substrates 11 to stick in this example formation of a V groove may be only one of substrates. A slot may be established in both each substrate and these substrates may be pasted together so that at least a part of slot concerned may not lap.

[0037] (The 2nd example) The 2nd example by this invention is described using drawing 4. Drawing 4 is a sectional view of the plate type heat pipe by this example.

[0038] Unlike the 1st example by suspending the anisotropic etching of a Si substrate on the way a section forms the slot 113-1 on the trapezoidal shape and 113-2 on Si substrate 111-1 and 111-2 and this example is producing the small tube 115. A manufacturing method and operation are the same as that of the 1st example.

[0039] In this example it is considering it as trapezoidal shape and while becoming possible to thin-film-ize Si substrate 111 further compared with the 1st example the power applied to this structure distributes and there is an advantage of becoming what becomes strong and does not break easily structurally by the same (it does not concentrate on a slot) thickness.

[0040] (The 3rd example) The 3rd example by this invention is described using drawing 5. Drawing 5 is a sectional view (before attachment) of the plate type heat pipe by this example.

[0041] About processing of V groove 13 to Si substrate 11 it is the same as that of the

1st example and explanation is omitted. On the other hand the metal membrane 203 which can form Si and an eutectic alloy on another substrate 201 which sticks Si substrate 11 is formed by vacuum evaporation. The metal membranes 203 are Al, aluminum, etc. Then by carrying out heat crimping of the substrate 201 other than Si substrate 11 both are stuck and the small tube 215 is formed. For example when Au is used as the metal membrane 203 about 400 °C of cooking temperature may be sufficient.

[0042] Although limitation in particular is not carried out it is more desirable for another substrate 201 to be material with sufficient thermal conductivity. For example Si, AlN, silicon on sapphire, etc. are suitable.

[0043] In this example since cooking temperature ends at low temperature compared with the 1st example a process becomes easy. As another adhesion method the metal membrane may be formed also in the Si-substrate 11 side and the method of sticking by pressurizing the metal membranes may be used. For example if both metal membranes are constituted from Au it can paste up using the solid state welding of Au(s). What is necessary is to form unevenness in the metal membrane of the both and just to paste together so that the unevenness may gear like the gear in order to make it a firmer thing.

[0044] (The 4th example) The 4th example by this invention is described using drawing 6. Drawing 6 is a sectional view of the plate type heat pipe by this example.

[0045] This example is the same as that of the 1st example about processing of V groove 13 to Si substrate 11 and explanation is omitted. As another substrate 301 which sticks Si substrate 11 the glass material in which Si and anode joining are possible is used. For example what is necessary is just to use the Pyrex (registered trademark) glass of Corning 7059 grade.

[0046] As an adhesion method connect the Si-substrate 11 side to the anode connect the another substrate 301 side to the negative pole hold both the substrates 11 and 301 and it heats at about 300 °C and about [300V] voltage is impressed and anode joining is performed. As a result the small tube 315 can be formed by V groove 13. In this example since what is necessary is just to process at low temperature compared with the 1st example while a process becomes easy the further thin film-ization is also attained.

[0047] (The 5th example) The 5th example by this invention is described using drawing 7. Drawing 7 is a sectional view of the plate type heat pipe by this example.

[0048] V grooves 413 and 417 are formed in both sides of Si substrate 411. The processing method is the same as that of the 1st example. The small tubes 415 and 419 are formed by carrying out anode joining of another substrates 421 and 423 in which anode joining is possible to Si substrate 411 to Si. A join means is as given in the 4th example.

What is necessary is to connect the Si-substrate 411 side to the anode and just to connect the another substrate 421 and 423 side to the negative pole.

[0049]In this examplesince the density of the small tubes 415 and 419 is improving compared with the 1st exampleit becomes possible to raise radiation efficiency. It is easy to be natural even if it uses a method which was indicated in the example of the 1st to 3 as a method of sticking another substrate.

[0050](The 6th example) The 6th example by this invention is described using drawing 8. Drawing 8 is a sectional view of the plate type heat pipe by this example.

[0051]V grooves 513 and 523 are formed in Si substrates 511 and 521respectively. The processing method is the same as that of the 1st example. The small tubes 515 and 525 are formed by carrying out anode joining of the another substrate 531 and Si substrates 511 and 521 in which anode joining is possible one by one to Si. A join means is as given in the 4th example.

What is necessary is just to connect an electrode in the interface to joinso that the Si-substrate 511 and 521 side may become the anode and the another substrate 531 side may become the negative pole.

[0052]In this examplethe opening 533 is formed in the prescribed spot of another substrate 531and it has structure with which the small tube 525 of the upper row and the small tube 515 of the lower berth were connected. Thereforesince the heat transport gestalt of connecting the upper row to a heat sink (low temperature part)andfor exampleconnecting the lower-berth side with heating elementssuch as an electronic circuit (hot section) is realizableflexibility spreads. Of coursesince the density of a small tube is improving by using multilayer structure compared with the 1st exampleit becomes possible to raise radiation efficiency.

[0053](The 7th example) The 7th example by this invention is described using drawing 9. Drawing 9 is a sectional view of the plate type heat pipe by this example.

[0054]V groove 613-1 is formed in Si substrate 611-1. The processing method is the same as that of the 1st example. The small tube 615-1 is formed by carrying out anode joining of the another substrate 601-1 and Si substrate 611-1 in which anode joining is possible to Si. Anode joining of another substrate 601-2Si substrate 611-2 in which V groove 613-2 was formedanother substrate 601-3and Si substrate 611-3 in which V groove 613-3 was formed is carried out one by oneand the plate type heat pipe of 3 lamination is formed. A join means is as given in the 4th example.

What is necessary is just to connect an electrode in the interface to joinso that the Si-substrate 611 side may become the anode and the another substrate 601 side may become the negative pole.

In this examplesince the density of a small tube is improving by using multilayer structure compared with the 1st exampleit becomes possible to raise radiation efficiency.

[0055](The 8th example) The 8th example by this invention is described using drawing 10. Drawing 10 is a strabism sectional view of the plate type heat pipe by this

example.

[0056] Si substrate 711 in which the V groove was formed is stuck with another substrate 713 and the small tube 715 is formed. The processing method is the same as that of the 1st to 4th example. The electronic circuit 717 is integrated by the surface of Si substrate 711. Production of the electronic circuit 717 is a general process. It is not special.

[0057] As long as one process does not affect another side about formation of the V groove to Si substrate 711 and the turn of production of an electronic circuit the point may be sufficient as whichever.

[0058] According to this example the heat from the electronic circuit 717 can be made to emit effectively via the small tube 715. It cannot be overemphasized than the case (for example it joins together thermally with conductive-heat nature adhesives (for example thing which mixed powders such as alumina with adhesives)) where this combines an electronic circuit chip thermally by a certain means on a heat pipe that it excels in a radiation characteristic.

[0059]

[Effect of the Invention] As explained above according to this invention the manufacturing method which is excellent in heat dissipation nature thin-film-izing can be easy and can realize the easy plate type heat pipe of production and can produce such a plate type heat pipe easily can be provided.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view showing the 1st example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 2] It is a figure explaining the structure of the 1st example and operation.

[Drawing 3] It is a figure explaining the structure of the modification of the 1st example.

[Drawing 4] It is a sectional view showing the 2nd example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 5] It is a sectional view showing the 3rd example (before lamination) of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 6] It is a sectional view showing the 4th example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 7] It is a sectional view showing the 5th example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 8] It is a sectional view showing the 6th example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 9] It is a sectional view showing the 7th example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 10] It is a sectional view showing the 8th example of the plate type heat pipe by this invention.

[Drawing 11] It is a figure showing the section and the upper surface of a conventional example.

[Description of Notations]

1111411511521611711 Si substrates

13113413and 417513523613 Slot

15115215315415419and 515525615715 Small tube

17 and 19 Loading slot

21 Heat transport fluid

23 Steamy bubble

25 Hot section

27 Low temperature part

201301421and 423531601713 Another substrate

533 Opening

203 Metal membrane

717 Electronic circuit
